

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

# ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе  
для студентов специальности  
1-36 01 01 «Технология машиностроения»  
заочной формы обучения*



Могилев 2022

УДК 621.9.02  
ББК 30.61  
Т 33

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»  
«19» апреля 2022 г., протокол № 11

Составитель канд. техн. наук, доц. С. А. Сухоцкий

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. П. Прудников

Методические рекомендации к самостоятельной работе предназначены  
для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения»  
заочной формы обучения.

Учебно-методическое издание

## ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ

Ответственный за выпуск	С. Н. Хатетовский
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать 13.06.2022 . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 1,02 . Тираж 38 экз. Заказ № 534.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2022

## Содержание

Введение.....	4
1 Общие положения .....	5
2 Вопросы и задача к аудиторной контрольной работе .....	5
3 Паспортные данные металлорежущих станков .....	10
3.1 Токарно-винторезный станок модели 16К20 .....	10
3.2 Токарно-винторезный станок модели 1Н82 .....	10
3.3 Токарно-винторезный станок с цифровой индикацией, высокой точности модели 16К20ВФ161 .....	10
4 Пример расчета режимов резания.....	11
Список литературы .....	16

## **Введение**

Назначение режимов резания – важный элемент при разработке технологических процессов изготовления или ремонта деталей на металлорежущих станках, причем самой распространенной является обработка на токарных станках.

Специалисты – инженеры-технологи должны уметь назначать режимы резания при обработке деталей на основных типах металлорежущих станков.

Студенты специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» сталкиваются с вопросами назначения режимов резания при выполнении курсовых и дипломных проектов.

## 1 Общие положения

При изучении курса «Теория резания» студент, обучающийся по заочной форме, должен выполнить контрольную работу, которая сдается для рецензирования преподавателю, читающему соответствующий курс. Аудиторная контрольная работа содержит 2 вопроса и задачу. Вопросы касаются геометрических параметров лезвия инструмента, физических основ процессов резания металлов и могут быть выполнены после изучения соответствующих разделов программы курса и ГОСТ 25762–83.

Номера вопросов и номер задачи задает преподаватель в соответствии со списком группы.

## 2 Вопросы и задача к аудиторной контрольной работе

**Вопрос 1.** Привести определение координатных плоскостей инструментальной, статической, кинематической системы координат и определение координатных плоскостей (основной плоскости, плоскости резания, главной секущей плоскости, нормальной секущей плоскости) в каждой системе координат (по ГОСТ 25762–83) [1–6]. Привести эскиз инструмента с указанием его геометрических параметров для заданного вида обработки резанием (таблица 1).

Таблица 1– Варианты заданий к вопросу 1

Номер варианта	Задание
1	Сверление в сплошном материале винтовым сверлом
2	Рассверливание винтовым сверлом
3	Протягивание цилиндрической внутренней протяжкой
4	Фрезерование цилиндрической фрезой
5	Фрезерование торцовой фрезой
6	Наружное точение проходным резцом
7	Наружное точение подрезным резцом
8	Точение резьбонарезным резцом
9	Растачивание проходным резцом
10	Отрезка прутка отрезным резцом

**Вопрос 2.** Охарактеризовать силы, возникающие при заданных условиях обработки резанием (таблица 2). Подсчитать величину составляющих  $P_z$ ,  $P_y$ ,  $P_x$  при заданных условиях обработки. Охарактеризовать изменение составляющих силы резания в связи с изменением геометрических параметров инструмента ( $\phi$ ,  $\gamma$ ) и в связи с его износом в процессе резания [7–14].

Таблица 2 – Варианты условий к вопросу 2

Номер варианта	Условие резания
1	Точение, сталь 25, инструментальный материал 9ХС, $\sigma_s = 450$ МПа, $\gamma = 5^\circ$ , $\varphi = 15^\circ$ , $\alpha = 6^\circ$ , $t = 5$ мм, $S = 0,2$ мм/об, $V = 30$ м/мин
2	Точение, сталь 18ХГ, инструментальный материал Т5К10, $\sigma_s = 700$ МПа, $\gamma = 15^\circ$ , $\varphi = 60^\circ$ , $\alpha = 8^\circ$ , $t = 3$ мм, $S = 0,4$ мм/об, $V = 120$ м/мин
3	Растачивание, сталь 45, инструментальный материал ХВГ, $\sigma_s = 600$ МПа, $\gamma = 15^\circ$ , $\varphi = 15^\circ$ , $\alpha = 6^\circ$ , $t = 3$ мм, $S = 0,3$ мм/об, $V = 30$ м/мин
4	Растачивание, чугун СЧ15, 267 НВ, инструментальный материал Т30К4, $\gamma = 8^\circ$ , $\varphi = 60^\circ$ , $\alpha = 5^\circ$ , $t = 5$ мм, $S = 0,1$ мм/об, $V = 180$ м/мин
5	Растачивание, сталь 50, инструментальный материал Р6М5, $\sigma_s = 600$ МПа, $\gamma = 0^\circ$ , $\varphi = 60^\circ$ , $\alpha = 5^\circ$ , $t = 4$ мм, $S = 0,3$ мм/об, $V = 80$ м/мин
6	Точение, сталь 45, инструментальный материал Р6М5, $\sigma_s = 600$ МПа, $\gamma = 12^\circ$ , $\varphi = 45^\circ$ , $\alpha = 5^\circ$ , $t = 3$ мм, $S = 0,2$ мм/об, $V = 50$ м/мин
7	Точение, чугун СЧ18, 229 НВ, инструментальный материал ВК8, $\gamma = 0^\circ$ , $\varphi = 45^\circ$ , $\alpha = 5^\circ$ , $t = 2$ мм, $S = 0,4$ мм/об, $V = 120$ м/мин
8	Точение, сталь ШХ15, инструментальный материал Т15К6, $\sigma_s = 700$ МПа, $\gamma = 8^\circ$ , $\varphi = 15^\circ$ , $\alpha = 3^\circ$ , $t = 2$ мм, $S = 0,2$ мм/об, $V = 90$ м/мин
9	Точение, чугун СЧ35, 269 НВ, инструментальный материал ВК6, $\gamma = 5^\circ$ , $\varphi = 60^\circ$ , $\alpha = 8^\circ$ , $t = 5$ мм, $S = 0,1$ мм/об, $V = 100$ м/мин
10	Точение, сталь 30, инструментальный материал Р18, $\sigma_s = 50$ МПа, $\gamma = 12^\circ$ , $\varphi = 30^\circ$ , $\alpha = 10^\circ$ , $t = 5$ мм, $S = 0,35$ мм/об, $V = 50$ м/мин

**Задача.** Задача предполагает аналитический расчет наивыгоднейшего режима резания при точении на универсальных станках, обеспечивающих наибольшую производительность процесса при максимальном использовании режущих способностей инструмента и мощности станка.

По вариантам 1–50 необходимо обточить цилиндрический валик при заданных условиях (таблица 3), из которых известны размеры детали и заготовки, даны обрабатываемый материал и его прочность или твердость НВ, шероховатость обработанной поверхности и тип оборудования.

Аналитический расчет наивыгоднейших режимов резания нужно вести исходя из учета всех лимитирующих факторов, при максимальном использовании мощности станка, режущих свойств инструмента и при условии обеспечения заданных технологических требований (точности размеров и шероховатости поверхности).

При выборе материала резца надо исходить из условия обеспечения наибольшей производительности на заданной операции, чтобы при черновом проходе режущие свойства инструмента возможно полнее использовались при максимальной загрузке станка, допускаемой прочности инструмента, станка и детали. При чистовом проходе необходимо обеспечить заданную степень шероховатости и точность при наиболее полном использовании возможностей станка и инструмента. Предпочтительнее применять твердые сплавы.

Подбор размеров резцов производить исходя из возможности их установки на станке и от вида обработки по справочникам режимов резания.

Геометрические параметры резцов определяются по соответствующим ГОСТам или по данным общемашиностроительных нормативов режимов резания.

Следует начать с определения глубины резания. Затем из условий обработки выбрать необходимую подачу (пользуясь данными нормативов).

При чистовом точении фактором, ограничивающим подачу, является шероховатость обработанной поверхности.

Получив значение подачи (сравнив его с паспортными данными станка), следует определить скорость резания, допускаемую режущими свойствами инструмента, затем подсчитать частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости резания, найти ближайшую меньшую частоту вращения по паспорту станка и определить действительную скорость резания.

Далее определить мощность, затрачиваемую на резание, и сравнить ее с мощностью на шпинделе станка. В случае недостаточной мощности на шпинделе станка необходимо либо уменьшить скорость резания, либо взять для выполнения данной обработки более мощный станок. И в том и в другом случае необходим пересчет скорости и мощности, затрачиваемой на резание. При этом следует иметь в виду, что твердосплавный инструмент вообще не может нормально работать при скорости резания меньше 60...70 м/мин (1...1,2 м/с).

Таблица 3 – Варианты заданий для задачи

Последние цифры зачетной книжки	Диаметр заготовки $D$ , мм	Диаметр после обточки $d$ , мм	Длина обработки $l$ , мм	Шероховатость обрабатываемой поверхности по ГОСТ 2789–73 $R_a$ , мкм	Материал валика	Марки материала детали	$\sigma_s$ , МПа	Твер- дость НВ	Способ крепления на станке
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
01	118	100	560	3,2	Чугун	СЧ10	–	170	Пагрон, центр
02	78	68	980	6,3	Чугун	СЧ18	–	207	Пагрон, центр
03	116	108	750	6,3	Чугун	КЧ30-6	–	164	Пагрон, центр
04	115	96	600	6,3	Чугун	СЧ25	–	207	Пагрон, центр
05	150	138	750	3,2	Чугун	СЧ25	–	229	В центрах
06	30	45	700	1,6	Сталь	35ХГСА	800	–	В центрах
07	50	42	480	0,8	Сталь	18ХГТ	700	–	Пагрон, центр
08	70	68	850	1,6	Сталь	45	600	–	В центрах
09	90	84	800	3,2	Сталь	4Х14Н14В2М	700	–	Пагрон, центр
10	120	112	700	3,2	Чугун	СЧ15	–	163	Пагрон, центр
11	110	102	600	6,3	Чугун	СЧ18	–	187	Пагрон
12	68	62	900	6,3	Чугун	КЧ37-12	–	163	Пагрон, центр
13	98	90	700	3,2	Сталь	60	700	–	Пагрон, центр
14	90	82	800	3,2	Сталь	18ХГТ	700	–	Пагрон
15	70	82	880	1,6	Сталь	4Х14Н14В2М	700	–	Пагрон
16	65	61	750	3,2	Сталь	20ХНР	700	–	Пагрон, центр
17	46	42	560	3,2	Сталь	50Г	700	–	Пагрон, центр
18	100	88	585	6,3	Чугун	СЧ25	–	207	Пагрон, центр
19	70	63	920	6,3	Сталь	Х18Н12М2Т	550	–	Пагрон, центр
20	76	69	700	3,2	Сталь	30ХМА	650	–	В центрах
21	80	64	880	1,6	Сталь	20ХНР	700	–	Пагрон, центр
22	85	78	840	6,3	Сталь	40ХН	700	–	Пагрон, центр
23	95	92	810	3,2	Сталь	50Г	700	–	Пагрон, центр



Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	100	96	780	1,6	Сталь	18ХГТ	700	-	Патрон, центр
25	72	66	940	6,3	Сталь	40ХНМА	800	-	Патрон, центр
26	60	53	780	6,3	Сталь	45	600	-	Патрон, центр
27	78	70	300	3,2	Сталь	2Х13	600	-	В центрах
28	68	62	370	3,2	Сталь	ШХ15	700	-	В центрах
29	100	86	600	6,3	Чугун	СЧ15	-	197	Патрон, центр
30	88	82	400	3,2	Чугун	КЧ37-12	-	163	В центрах
31	70	62	750	1,6	Сталь	40Х	700	-	В центрах
32	40	31	600	3,2	Сталь	65Г	700	-	В центрах
33	120	114	600	6,3	Чугун	СЧ25	-	207	Патрон, центр
34	115	108	860	3,2	Чугун	КЧ33-8	-	163	Патрон, центр
35	86	70	260	1,6	Сталь	20Х	550	-	Патрон
36	170	155	800	3,2	Сталь	18ХГТ	700	-	Патрон
37	82	74	400	3,2	Сталь	40ХН	700	-	В центрах
38	76	62	950	3,2	Сталь	65Г	700	-	Патрон, центр
39	120	116	970	6,3	Чугун	СЧ15	-	187	В центрах
40	150	138	525	6,3	Чугун	КЧ35-10	-	163	Патрон, центр
41	96	84	725	3,2	Сталь	1Х13	500	-	Патрон
42	56	46	475	3,2	Сталь	1Х18К10Т	550	-	В центрах
43	48	36	600	3,2	Чугун	СЧ15	-	163	Патрон, центр
44	85	78	750	1,6	Сталь	40Х	700	-	В центрах
45	100	94	800	1,6	Сталь	20Х	550	-	В центрах
46	100	92	850	3,2	Сталь	40ХН	700	-	Патрон
47	96	80	800	1,6	Сталь	30	550	-	Патрон
48	120	110	450	3,2	Сталь	Х18Н12М2Т	550	-	Патрон
49	64	60	850	1,6	Сталь	45	600	-	Патрон, центр
50	60	53	780	6,3	Сталь	45	600	-	Патрон, центр

Примечание – Работа производится на универсальных станках токарной группы

### 3 Паспортные данные металлорежущих станков

#### 3.1 Токарно-винторезный станок модели 16К20

Высота центров – 215 мм. Расстояние между центрами – 710, 1000, 1400, 2000 мм. Мощность  $N_n = 10$  кВт; 13,4 кВт. КПД станка = 0,8.

Частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$ : 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 305; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.

Продольные подачи, мм/об: 0,05; 0,075; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,2; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,6.

Поперечные подачи, мм/об: 0,025–1,4.

Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи,  $P_m = 6000$  Н.

#### 3.2 Токарно-винторезный станок модели 1Н82

Высота центров – 200 мм. Расстояние между центрами до 1400 мм. Мощность двигателя  $N_n = 10$  кВт. КПД станка = 0,75.

Частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$ : 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000.

Продольные подачи, мм/об: 0,070; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,196; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,61; 0,70; 0,76; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16.

Поперечные подачи, мм/об: 0,025...2,08.

Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи,  $P_m = 3600$  Н.

#### 3.3 Токарно-винторезный станок с цифровой индикацией, высокой точности модели 16К20ВФ161

Высота центров, мм: 215.

Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм :710; 1000.

Наибольшая длина точения, мм: 675; 935. Наибольший диаметр, мм: 400.

Частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$ : 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.

Продольные подачи, мм/об: 0,025; 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8.

Поперечные подачи, мм/об: 0,012...1,4.

Мощность двигателя  $N_n = 5,5$  кВт. КПД станка = 0,8.

Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи,  $P_m = 6000$  Н.

## 4 Пример расчета режимов резания

Исходные данные.

- 1 Заготовка – сталь 40Х ГОСТ 4543–71.
- 2 Предел прочности стали 40Х –  $\sigma = 1000$  МПа, твердость 200 НВ.
- 3 Диаметр заготовки  $D = 95$  мм.
- 4 Диаметр детали (после обработки)  $d = 87$  мм.
- 5 Длина обрабатываемой поверхности  $l = 140$  мм.
- 6 Требуемая шероховатость  $Ra = 2,5$  мкм.
- 7 Станок – 16К20.

### 1 Выбор токарного резца

Выбор материала режущей части резца исходя из общего припуска на обработку и требований к шероховатости поверхности обработку проводим в два прохода (черновое и чистовое точение). По [1] выбираем материал пластинки из твердого сплава: для чернового точения – Т5К10, для чистового точения – Т15К6.

Для станка 16К20 с высотой центров 200 мм размеры сечения державки резца принимаем:  $H \times B = 25 \times 16$  мм. Для обработки выбираем проходной прямой отогнутый резец с пластинкой из твердого сплава.

### 2 Назначение глубины резания

При чистовом точении глубину резания принимаем  $t_2 = 1$  мм.

Тогда глубина резания при черновом точении определяется по формуле

$$t_1 = (D - d) / 2 - t_2 = 8 / 2 - 1 = 3 \text{ мм.}$$

### 3 Назначение величины подачи

При черновой обработке подачу выбираем по [13] в зависимости от обрабатываемого материала, диаметра заготовки и глубины резания в пределах 0,6...1,2 м/об. Принимаем  $S_1 = 0,8$  мм/об. При чистовой обработке подачу выбираем в зависимости от шероховатости поверхности и радиуса при вершине резца, который принимаем равным 1,2 мм,  $S_2 = 0,2$  мм/об.

Выбранные подачи уточняем по паспортным данным станка 16К20 (см. п. 3). Назначаем следующие подачи:  $S_1 = 0,8$  мм/об,  $S_2 = 0,2$  мм/об.

### 4 Определение скорости резания

Определяем скорость резания  $V$ , м/мин, по формуле

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V,$$

где  $C_V$  – коэффициент, зависящий от условий обработки (для черновой обработки  $C_{V1} = 340$ ; для чистовой –  $C_{V2} = 420$ );

$T$  – стойкость резца, мин (принимаем  $T_1 = T_2 = 60$  мин);

$x, y, m$  – показатели степени;

$K_V$  – общий поправочный коэффициент, представляющий собой произведение отдельных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на скорость резания [13].

Для резцов с пластиной из твердого сплава

$$K_V = K_{\mu v} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{ov},$$

где  $K_{\mu v}$  – общий поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала:

$$K_{\mu v} = 1 \left( \frac{750}{1000} \right)^1 = 0,75;$$

$K_{nv}$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (при черновой обработке  $K_{nv1} = 0,8$ ; при чистовой обработке  $K_{nv2} = 1,0$ );

$K_{uv}$  – поправочный коэффициент, учитывающий материал режущей части ( $K_{uv1} = 0,65$ ;  $K_{uv2} = 1,0$ );

$K_{\varphi v}$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца (для  $\varphi = 45^\circ$   $K_{\varphi v1} = K_{\varphi v2} = 1,0$ );

$K_{\phi v}, K_{rv}, K_{qv}$  – только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{ov}$  – поправочный коэффициент, учитывающий вид обработки ( $K_{ov} = 1,0$ ).

Общий поправочный коэффициент для резцов (чернового и чистового)

$$K_{V1} = 0,75 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,39;$$

$$K_{V2} = 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,75.$$

Показатели степени  $x, y$  и  $m$  по [13]:

– для черновой обработки  $x_1 = 0,15, y_1 = 0,20, m_1 = 0,20$  (при  $S$  до 0,3 мм/об);

– для чистовой обработки  $x_2 = 0,15, y_2 = 0,45, m_2 = 0,20$  (при  $S$  св. 0,7 мм/об).

Скорость резания, м/мин

$$V_1 = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,2}} 0,39 = 51,8;$$

$$V_2 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,45}} 0,75 = 286,6.$$

Определяем частоту вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$ , по расчетной скорости резания:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot V_1}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 51,8}{3,14 \cdot 95} = 174;$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot V_2}{\pi \cdot D_2} = \frac{1000 \cdot 286,6}{3,14 \cdot 87} = 1049.$$

Уточняем частоту вращения шпинделя по паспорту станка. Для черновой обработки выбираем  $n_1 = 160 \text{ мин}^{-1}$ , для чистовой обработки выбираем  $n_2 = 1000 \text{ мин}^{-1}$ .

Определяем фактическую скорость резания  $V_\phi$ , м/мин:

$$V_{\phi 1} = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 95 \cdot 160}{1000} = 47,7;$$

$$V_{\phi 2} = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_2}{1000} = \frac{3,14 \cdot 87 \cdot 1000}{1000} = 273,2.$$

### 5 Проверка выбранного режима резания

*Проверка по мощности привода шпинделя станка.*

Мощность, затрачиваемая на резание  $N_p$ , должна быть меньше или равна мощности на шпинделе  $N_{шп}$ :

$$N_p \leq N_{шп} = N_э \cdot \eta,$$

где  $N_э$  – мощность электродвигателя токарного станка, кВт; для станка 16К20  $N_э = 10$  кВт;

$\eta$  – КПД привода токарного станка, для станка 16К20  $\eta = 0,8$ .

Мощность резания определяется по формуле

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1000},$$

где  $P_z$  – сила резания, Н;

$V_\phi$  – фактическая скорость резания, м/с.

Для определения мощности резания определяем силу резания при черновой обработке.

Силу резания при точении рассчитываем по следующей формуле:

$$P_{z1} = 9,81 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_{\phi 1}^n \cdot K_p,$$

где  $C_p$  – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала, материал режущей части резца, а также условия обработки (по [13]  $C_p = 300$ );

$K_p$  – общий поправочный коэффициент, численно равный произведению ряда коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на силу резания:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

где  $K_{mp}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала, определяется по формуле

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{0,75} = 1,24;$$

$K_{\phi p}$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца ( $K_{\phi p} = 1,0$ );

$K_{\gamma p}$  – поправочный коэффициент, учитывающий передний угол резца ( $K_{\gamma p} = 1,25$ );

$K_{\lambda p}$  – поправочный коэффициент, учитывающий угол наклона главного лезвия ( $K_{\lambda p} = 1,0$ ).

Поправочный коэффициент  $K_{rp}$ , учитывающий радиус при вершине резца, определяется для резцов из быстрорежущей стали.

Тогда общий поправочный коэффициент

$$K_p = 1,24 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 1,55.$$

Показатели степени  $x$ ,  $y$  и  $n$  принимаем по [13] для черновой обработки:  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ .

Сила резания при точении

$$P_{z1} = 9,81 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 47,7^{-0,15} \cdot 1,55 = 6483.$$

Мощность резания

$$N_p = \frac{6483 \cdot 47,7}{1000 \cdot 60} = 5,15 \text{ кВт.}$$

Мощность на шпинделе

$$N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт.}$$

Так как  $N_p < N_{\text{шп}}$  ( $5,15 < 8$  кВт), то выбранный режим резания удовлетворяет условию по мощности на шпинделе станка.

*Проверка по прочности механизма продольной подачи станка.*

Осевая сила  $P_x$ , которая оказывает непосредственное влияние на прочность механизма продольной подачи станка, должна быть меньше или равна наибольшему усилию, допускаемому механизмом продольной подачи станка:

$$P_x \leq P_{x \text{ доп}},$$

где  $P_x$  – осевая сила резания, Н, принимаем  $P_x = 0,4 \cdot P_z$ ;

$P_{x \text{ доп}}$  – наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи станка, Н.

По паспортным данным станка 16К20 наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи станка, равно 6000 Н.

Осевая сила  $P_x = 0,4 \cdot 6483 = 2593$  Н.

Так как  $2593 < 6000$ , то выбранный режим резания удовлетворяет условию прочности механизма продольной подачи станка.

## Список литературы

- 1 **Иванов, И. А.** Технология механической обработки конструкционных материалов и режущий инструмент: учебно-методическое пособие для вузов: в 3 ч. Ч. 2: Основы механической обработки древесины и пластмасс и режущий инструмент / И. А. Иванов. – Минск: БНТУ, 2007. – 124 с.
- 2 Резание материалов: учебник для вузов / В. Н. Трембач [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 512 с.
- 3 **Барботько, А. И.** Резание материалов: учебное пособие для вузов / А. И. Барботько, А. В. Масленников. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 432 с.
- 4 **Рыжкин, А. А.** Обработка материалов резанием: учебное пособие для вузов / А. А. Рыжкин, К. Г. Шучев, М. М. Климов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 411 с.
- 5 **Барботько, А. И.** Резание материалов: учебное пособие для вузов / А. И. Барботько, А. В. Масленников. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 432 с.
- 6 **Ящерицын, П. И.** Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах / П. И. Ящерицын, М. Л. Еременко, Е. Э. Фельдштейн. – Минск: Высшая школа, 1990. – 512 с.: ил.
- 7 **Резников, А. И.** Тепловые процессы в технологических системах / А. И. Резников, Л. А. Резников. – Москва: Машиностроение, 1990. – 288 с.
- 8 **Бобров, В. Ф.** Основы теории резания металлов / В. Ф. Бобров. – Москва: Машиностроение, 1985. – 384 с.
- 9 **Вульф, А. М.** Резание металлов / А. М. Вульф. – Москва: Машгиз, 1983. – 462 с.
- 10 **Горбунов, В. И.** Обработка металлов резанием / В. И. Горбунов. – Москва: Машиностроение, 1981. – 287 с.
- 11 **Грановский, Г. И.** Резание металлов: учебник / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. – Москва: Высшая школа, 1985. – 304 с.
- 12 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках : в 6 ч. – Москва: Машиностроение, 1974. – Ч. 1. – 183 с.
- 13 Справочник технолога-машиностроения : в 2 т. / Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 495 с.
- 14 **Старков, В. К.** Физика и оптимизация резания материалов / В. К. Старков. – Москва: Машиностроение, 2009. – 640 с.